

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual professional practice in the company

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student:

Jan Dúbrava

Studijní program:

B0713A060005 Elektroenergetika

Téma:

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ELPROM SERVICE s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

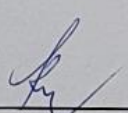
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

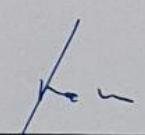
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Datum zadání: 01.09.2019

Datum odevzdání: 30.04.2020





prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry


prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: *15. května 2020*


.....
podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Zdeňku Medvecovi za pomoc při vedení mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval panu Romanu Piskalovi za možnost absolvování mé odborné praxe ve firmě ELPROM SERVICE s.r.o. a panu Marku Dudkovi za odborný dohled a konzultaci během vykonávání praxe. Děkuji celému kolektivu za pomoc a cenné rady při práci ve firmě.

Abstrakt

Bakalářská práce popisuje průběh a řešení úkolů během individuální odborné praxe ve firmě ELFROM SERVICE s.r.o.

Na začátku je popsáno pole působnosti firmy a její historie. Poté je vypsán obecným postup při výrobě rozvaděčů. V další kapitole jsou rozebrány jednotlivé úkoly, které byly studentovi zadány.

Nakonec jsou vypsány znalosti, které studentovi chyběly a které nabyl během absolvování praxe ve firmě ELFROM SERVICE s.r.o.

Klíčová slova

Rozvaděč; vodič; ELFROM SERVICE s.r.o; odborná praxe; dokumentace;

Abstract

This bachelor thesis deals with the process and solution of the given tasks during an individual professional internship in the company ELPROM SERVICE s.r.o.

The field of focus of the company and its history is described in the beginning, followed by the general procedure in the production of switchboards. In the next chapter, the individual tasks assigned to student are discussed.

The experience which was missed by the student and which was gained later during the internship in the company ELPROME SERVICE s.r.o. is listed the end.

Keywords

Switchboard; Conductor; ELPROM SERVICE s.r.o; Proffesional Practice; Documentation;

Obsah

1	Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta	10
1.1	Služby poskytovány firmou	10
1.2	Reference.....	13
1.3	Zařazení studenta do práce.....	14
2	Seznam úkolů zadaných studentovi a jejich časová náročnost	15
3	Zvolený postup řešení zadaných úkolů	16
3.1	Základní parametry skříně.....	16
3.2	Příprava montážního plechu pro zapojování přístrojů	16
3.3	Osazení a popis prvků	17
3.4	Zapojování.....	19
3.4.1	Barva vodičů:	19
3.4.2	Průřezy vodičů:	20
3.5	Popis vodičů	21
3.5.1	Popis pomocí PA návleček.....	21
3.5.2	Popis pomocí smršťovací bužírky	22
3.5.3	Popis pomocí plastových štítků.....	23
3.6	Zemnění.....	24
3.7	Vložení plechu do skříně a poslední úpravy	25
3.8	Zkoušení skříně	26
4	Popis výroby konkrétních rozvaděčů	27
4.1	Výroba bedny do Ruska	27
4.2	Výroba bedny do Turecka	29
4.3	Výroba skříně pro Liberty Ostrava a.s.	31
5	Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.....	34
6	Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	35
7	Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení	36
	Literatura	37
	Seznam příloh:	38

Seznam použitých symbolů a zkratk

Zkratka	Význam
A	Ampér
a.s.	Akciová společnost
ČR	Česká republika
ČSN	Česká technická norma
DC	Stejnoseměrný proud
FV	Fotovoltaický
IP	Stupeň krytí
kg	Kilogram
kVA	Kilovoltampér
L	Fázový vodič
MW	Megawatt
N	Střední vodič
NN	Nízké napětí
PC	Počítač
PE	Ochranný vodič
PLC	Programovatelný logický automat
V	Volt
VA	Voltampér
VN	Vysoké napětí
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným

Úvod

Elektrické rozvaděče jsou velkou částí elektrické sítě. Nachází se jak v domácnosti, tak i ve velkých továrnách. Jejich úkolem jsou rozvody veškerých kabelů a elektrických prvků pro ovládání, měření a jištění. Výrobou elektrických rozvaděčů jsem se zabýval po celou dobu své odborné praxe.

V úvodu mé práce je popsána historie a pole působnosti firmy ELFROM SERVICE s.r.o. a následně mé pracovní zařazení. Poté jsem vypsál úkoly, které mi byly zadány, a jejich časovou náročnost.

Následně popisuji obecný postup výroby rozvaděče a přesněji se zabývám vybranými rozvaděči, např. výroba rozvaděče pro firmu Liberty Ostrava a.s.

1 Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta

Firma vznikla v roce 1998 pod názvem Roman Piskala – Projektování elektrických zařízení. Zabývala se projekční činností v oblasti průmyslové automatizace, elektrotechnologie NN. [1]

V roce 2005 vznikla firma Roman Piskala – Elprom Service, která se již zabývá projektováním a realizací zakázek z oblasti elektroinstalace, měření a regulace, elektrotechnologie NN, průmyslová automatizace, telekomunikace a fotovoltaické systémy. [1]

S počátkem roku 2011 se firma postupně stěhuje do nové budovy v blízkosti Ostravy (Ostrava-Ludgeřovice), která lépe vyhovuje jejím požadavkům – jak montážním, tak projekčním. Firma se také transformovala na společnost ELPROM SERVICE s.r.o. Nyní se zabývá komplexní dodávkou a realizací elektrotechnologických celků. [1]

1.1 Služby poskytované firmou

Silnoproudé a slaboproudé instalace:

Firma provádí veškeré elektroinstalační práce spojené s bytovou a průmyslovou elektroinstalací.

- Elektroinstalace domů, bytů a průmyslových staveb
- Montážní práce, opravy, rekonstrukce
- Výroba rozvaděčů NN
- Renovace elektrotechnických zařízení NN
- Přípojky NN
- Odbočky z vedení VN
- Přípojky VN [1]

Fotovoltaické systémy na klíč:

- Návrh a vhodnost umístění FV systému do určeného prostoru pomocí PVGIS
- Výběr nejvhodnější technologie
- STS – Studie stavby
- DPS – Dokumentace pro stavební řízení
- DRS – Dokumentace pro realizaci stavby, tendrová dokumentace
- Dodávka a realizace na klíč
- Výchozí revize NN, VN

- Vyřízení licence pro výrobu elektrické energie
- Připojení výroby k PDS – Poskytovateli distribuční sítě (ČEZ, E.ON, PRE)
- Zajištění zkušebního provozu, prvotní spuštění výroby
- Monitoring fotovoltaického systému
- Každoroční servis a zásahy [1]

Domovní a průmyslová automatizace:

- Optimální návrh a realizace automatizace
- Dálkové ovládání a automatická regulace topení, klimatizací a vzduchotechniky
- Dálkové ovládání a automatizace regulace osvětlení, informační techniky, bezpečnostních i poplachových systémů
- Automatizace pomocí dálkového ovládání garážových vrat, branek, vchodů
- Servis domovní automatizace [1]

Projekční činnost elektrotechnických systémů, návrhy dodávek jednotlivých technologií:

- Realizace technologických celků na klíč
- Strojní konstrukce
- Tvorba výkresových dokumentací
- Projektování elektrotechnických celků
- Návrh elektroinstalací, rozvaděčů a tvorba dokumentace
- Optimalizace výrobních procesů a postupů
- Revize a revizní zkoušky vyhrazených technických zařízení
- Bezpečnost strojních zařízení
- Funkční bezpečnost elektronických systémů
- Supervize technických zařízení v průběhu stavby
- Poradenství a konzultace [1]

Výroba rozvaděčů

- Průmyslové rozvaděče a rozvodnice
- Rozvodnice pro bytové účely
- Elektroměrové rozvaděče
- Staveništní rozvaděče

- Rozvaděčové ovládací pulty
- Rozvaděče pro pracovní stroje
- Zásuvkové a deblokační skříně
- Rekonstrukce rozvaděčů [1]

Revize elektroinstalací

Firma ELPROM SERVICE s.r.o provádí výchozí revize elektrických zařízení a rozvodů dle ČSN 33 2000-6-61 ed. 2. [1]

Kontrola elektrického zařízení – činnost prováděná na elektrickém zařízení, při které se zjišťuje technický stav elektrického zařízení (např. zkouškou, měřením, prohlídkou apod.) [1]

Revize elektrického zařízení – činnost prováděná na elektrickém zařízení, při které se prohlídkou, měřením a zkoušením zjišťuje stav elektrického zařízení z hlediska jeho bezpečnosti. Součástí revize je vypracování zprávy o revizi. [1]

Dodávky slaboproudých rozvodů

- Projekci a montáž zabezpečovacích zařízení – EZS, EPS
- CCTV, TV a STA rozvody
- Systémy kontroly oprávněnosti vstupu
- Poradenská činnost v oblasti EZS, EPS [1]

Dodávka měřicí a regulační techniky

Firma provádí montáže měřících a regulačních systémů, které instalují dle představ zákazníka, dokáží je uzpůsobit konkrétním potřebám. Moderní technikou řídí technologické procesy vzduchotechniky, kotelen, výměníkových stanic a dalších průmyslových zařízení. Díky moderním technologiím dokáží ukládat data z měřících zařízení, která po zpracování pomáhají optimalizovat chod měřených zařízení.

- Regulovaný systém pro vytápění
- Regulovaný systém pro vzduchotechniku
- Regulovaný systém pro chlazení
- Regulovaný systém solární systémy
- Monitorovací a řídicí systémy (DDC, CI, ...)
- Řízení systémů budov (inteligentní budovy)
- Měřiče tepla a měřiče pro rozúčtování topných nákladů [1]

Návrhy, revize, montáže a rekonstrukce hromosvodů

Polohu místa, do kterého blesk zasáhne, nelze předem vypočítat. Svůj cíl si vybírá zcela náhodně. Proto bychom na jeho ničivou sílu měli být připraveni všichni. Rozhodneme-li se tedy chránit své obydlí, jedním z nejzákladnějších prostředků je instalace tzv. vodivé sítě, jež blesk bezpečně uzemní. [1]

ELPROM SERVICE s.r.o nabízí hromosvody pro všechny druhy střech. Provádí rovněž opravy a udržovací práce. Instalace provádí v materiálu pozink (FeZn – žárově zinkovaná ocel), měď, hliníkové slitiny dle požadavků zákazníků, projektantů a charakteru budovy. Všechny práce jsou prováděny dle platných norem a předpisů ČSN. [1]

Návrhy, dodávka a montáž osvětlení

Společnost se zabývá také realizací osvětlení vnitřních a venkovních prostorů. Pomocí programu Relux navrhne osvětlovací soustavu dle přání zákazníka a její vizualizaci v reálné podobě. Na základě návrhu osvětlovací soustavy také poradí s nejvhodnějšími světelnými zdroji tak, aby koncový zákazník dosáhl co nejvyšší úspory elektrické energie. Řeší také náhradu tradičních světelných zdrojů za LED technologii. [1]

Počítačové a datové sítě

- Realizace rozvodu PC sítí v domácnostech
- Realizace datových komunikací
- Realizace optických komunikací [1]

1.2 Reference

Firma má už za sebou spoustu projektů, např.:

- Stavba venkovního osvětlení Mobis Lamp Shop Mošnov
- Denitrifikace kotle K4 na TKV Karviná od společnosti VEOLIA ČR a.s., části realizace elektro a MaR
- Stroje na shrabávání rudy – montáž a výroba rozvaděčů – KIRKA Turecko
- Rozvaděče Kvarto 2014 – Vítkovice a.s.

a spoustu dalších. [1]

1.3 Zařazení studenta do práce

Nastoupil jsem do firmy v září roku 2019 a po předchozí domluvě s panem Romanem Piskalou jsem byl zařazen do výroby rozvaděčů. Prvních pár týdnů jsem pouze pomáhal chystat rozvaděčové skříně a montážní plechy. Naučil jsem se, jak správně zemnit skříně, jak se chystají, upravují a připojují ploché přípojnice, a správný postup pro nachystání montážního plechu před zapojováním elektrických přístrojů. Poté jsem se učil postupu zapojení jednotlivých rozvaděčů a celkovou kompletaci.

2 Seznam úkolů zadaných studentovi a jejich časová náročnost

- Výroba rozvaděče (zakázka 04) – 28 hodin
- Výroba rozvaděčů Rusko (zakázka 06) – 64 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka 24) – 12 hodin
- Výroba rozvaděče Turecko (zakázka 28) – 8 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka 32) – 40 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka 57) – 16 hodin
- Výroba rozvaděčů Indie (zakázka 74) – 104 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka 93) – 8 hodin
- Výroba rozvaděčů (zakázka 104) – 56 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka 115) – 8 hodin
- Výroba rozvaděčů Indie (zakázka 123) – 96 hodin
- Výroba rozvaděče Liberty Ostrava a.s. (zakázka 130) – 32 hodin
- Inventura – 8 hodin

3 Zvolený postup řešení zadaných úkolů

Každý rozvaděč je trochu jiný v závislosti na jeho užití. Je navrhnut podle určitých parametrů, osazen potřebnými přístroji a zapojen podle potřeb zákazníka. Proto mi zadané rozvaděče nebyly nikdy stejné a vždy jsem tak měl možnost se dozvědět něco nového.

3.1 Základní parametry skříně

Je spousta výrobců skříní jako jsou ABB, Schneider, Schrack, OEZ, Rittal, Siemens a další. Ve firmě nejčastěji používané jsou Rittal, Schrack a Schneider. Skříně jsou z různých materiálů, ale já se nejčastěji setkal s provedeními z plastu, oceli a nerezové oceli. Důležité jsou rozměry i umístění rozvaděče, zda bude viset na zdi, nebo ležet na zemi. V případě, že leží na zemi, může být umístěn na podstavci. V neposlední řadě je třeba znát i to, jestli bude skříň součástí soustavy rozvaděčových skříní a kde přesně se bude v dané soustavě nacházet. Důvodem je případná montáž či demontáž bočnice skříně.

3.2 Příprava montážního plechu pro zapojování přístrojů

U většiny rozvaděčových skříní je prvních pár kroků stejných. Nejdříve je třeba skříň rozbalit a vytáhnout z ní montážní plech. Podle nákresu rozvaděče, který je vytvořen v programu AutoCAD, si nakreslím umístění elektroinstalačních plastových žlabů a nosných DIN lišt. Nejčastěji používané rozměry plastových žlabů jsou 25x80, 40x80, 60x80, 100x80 a 120x80 mm. Jsou však i vyšší – například 25x100, nebo naopak nižší – 25x40. Plastové žlaby si zkrátím pomocí nůžek na plasty a lišty zkrátím na pákových nůžkách pro DIN lišty. Zaznačím, kde budu vrtat díry pro uchycení. Díry pro plastové žlaby i DIN lišty se vrtají 4,2 milimetrovým vrtákem. Plastové žlaby jsou uchyceny plastovými nýty, ale DIN lišty jsou uchyceny šrouby M5, takže do děr pro lišty ještě udělám závit 5 milimetrovým závitníkem. Poté je plech třeba očistit technickým lihem, ať nejsou vidět žádné pomocné čáry. V místech, kde se plastové žlaby potkávají je třeba do nich vystříhnout otvory kvůli volné trase pro vodiče. Když žlab zakrývá otvor pro uchycení plechu do skříně, je třeba žlab provrtat a otvor tak zpřístupnit.

3.3 Osazení a popis prvků

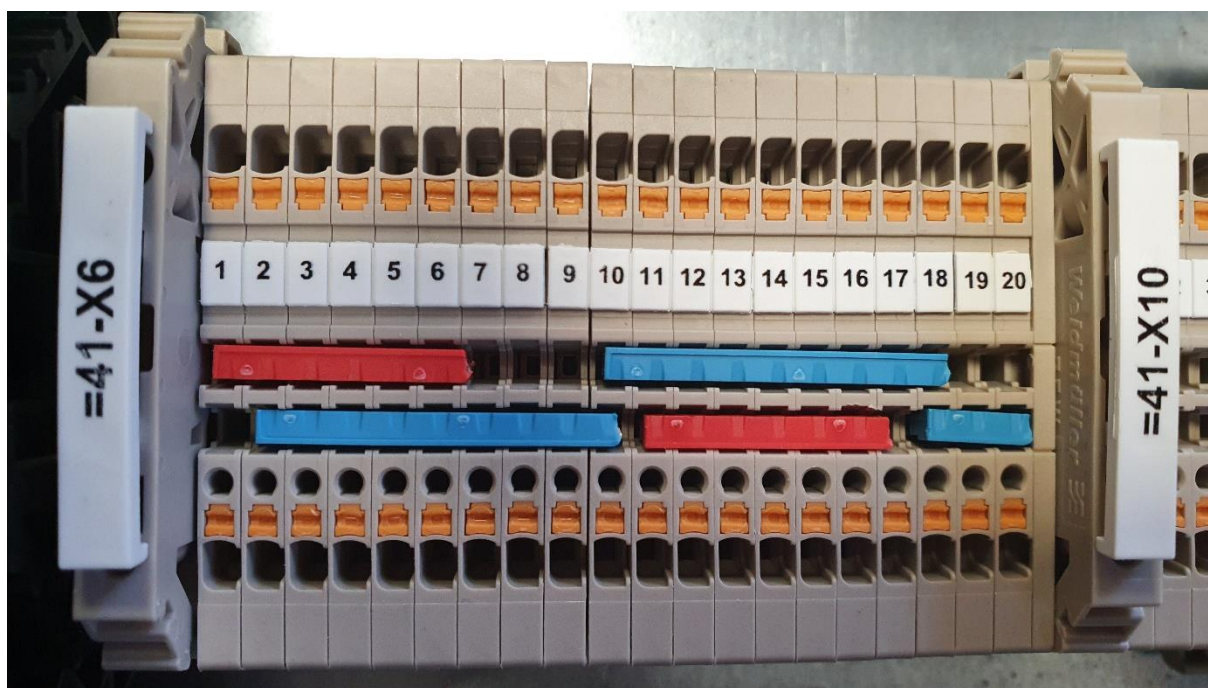
Každý prvek má označení výrobce. Podle tohoto označení naleznou umístění prvku v nákresu rozvaděče a umístím ho na dané místo. Například jistič od firmy Siemens s označením 5SL6116-6 je jednopólový s jmenovitým proudem 16 A, jmenovitým napětím 230 V AC, průběhem B, zkratovou pevností 6 kA a uchycením na DIN lištu. Až na velké prvky, jako jsou transformátory, frekvenční měniče či velké jističe deony, uchytím prvky na DIN lištu. Velké prvky je třeba uchytyt šrouby přímo na montážní plech. Důležité je, aby hlava šroubu směřovala zespodu plechu a na přední straně držela prvek matka. Je to z toho důvodu, aby bylo možné prvek vrátit zpátky, pokud by se někdy musel odstranit (matka by v opačném případě spadla a už by nebylo možné prvek patřičně uchytyt).

V nákresu naleznou i název prvku. Ve firmě se využívá tiskárna na štítky od firmy Weidmüller. Štítek se nalepí jak na prvek, tak i na plech přesně nad něj. Je to z důvodu přehlednosti – pokud by došlo k poruše jednoho nebo více prvků, tak bude i po demontáži prvků viditelné, na které místo se má umístit náhrada.



Obrázek 1: Popis prvku

Trochu jiný případ jsou svorky, kterých je více typů. Já jsem se nejvíce setkával se šroubovacími a zapichovacími WAGO svorkami (drží vodič pomocí pružiny). Svorky se připevňují na DIN lištu a aby se nemohly volně po liště hýbat, použijí se z každé strany zarážky. Na poslední svorku před zarážkou připevníme tzv. záda, kus plastu, který má tvar dané svorky, aby zakryl vodivou část ve svorce a tím ji izoloval. Na jejich popis se používají plastové štítky, které se vytisknou na tiskárně Weidmüller. Štítků je samozřejmě více variant a já si tak vždy mohl vybrat štítek dle dané svorky. Nejčastěji používané typy byly WAD 5 na zarážky a pojmenování dané svorkovnice a na jednotlivé svorky pak DEK 5/5, DEK 5/3,5, WS 12/5. Zarážky nesou název skupiny a dané svorkovnice (např. =08-X1), svorky jsou popsány jen čísly popřípadě písmeny (např. N, PE, SH).



Obrázek 2: Popis svorkovnice

3.4 Zapojování

Když začínám zapojovat, vždy nejdříve pečlivě prostuduji dokumentaci skříně. Zjistím si, jaké jsou požadavky na barvu, průřezy a popis vodičů pro danou zakázku, jelikož požadavky se liší dle země, pro kterou je daná zakázka určena.

3.4.1 Barva vodičů:

Černá – fázové vodiče

Světle modrá – střední vodiče

Zelenožlutá – zemnicí ochranné vodiče

Červená – vodiče střídavých ovládacích obvodů

Oranžová – vodiče pro obvody napájené z cizího zdroje (obvody pod napětím při vypnutém hlavním jističi)

Tmavě modrá – vodiče pro stejnosměrné obvody 24/12 V

Bílá – vodiče analogových obvodů

Hnědá – vodiče měřících obvodů

3.4.2 Průřezy vodičů:

Průřez vodiče volíme dle následující tabulky:

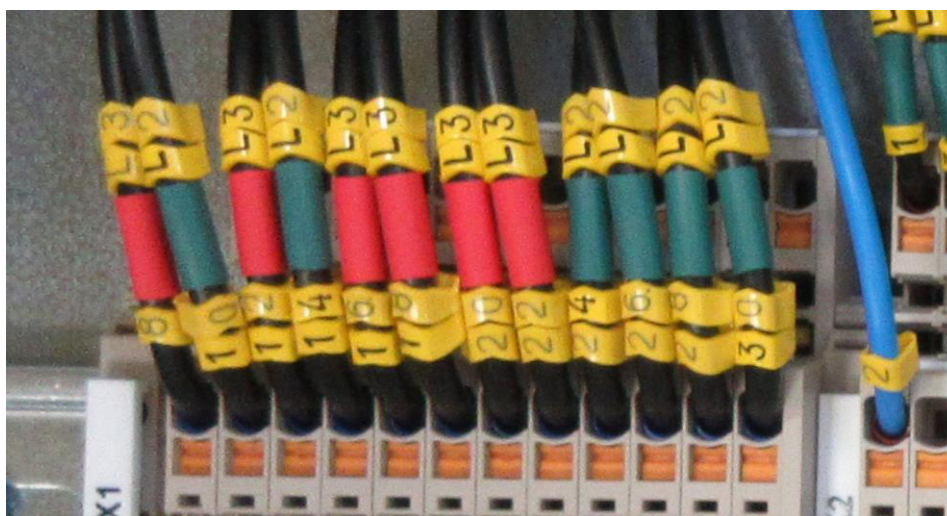
Tabulka 1: Závislost průřezu vodiče na proudové zátěži

Jmenovitý proud	Tuhý a slaněný vodič průřezy		Ohebný vodič průřezy	
	minimální	maximální	minimální	maximální
[A]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]
6	0,75	1,5	0,5	1,5
8	1	2,5	0,75	2,5
10	1	2,5	0,75	2,5
12	1	2,5	0,75	2,5
16	1,5	4	1	4
20	1,5	6	1	4
25	2,5	6	1,5	4
32	2,5	10	1,5	6
40	4	16	2,5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50

3.5 Popis vodičů

3.5.1 Popis pomocí PA návleček

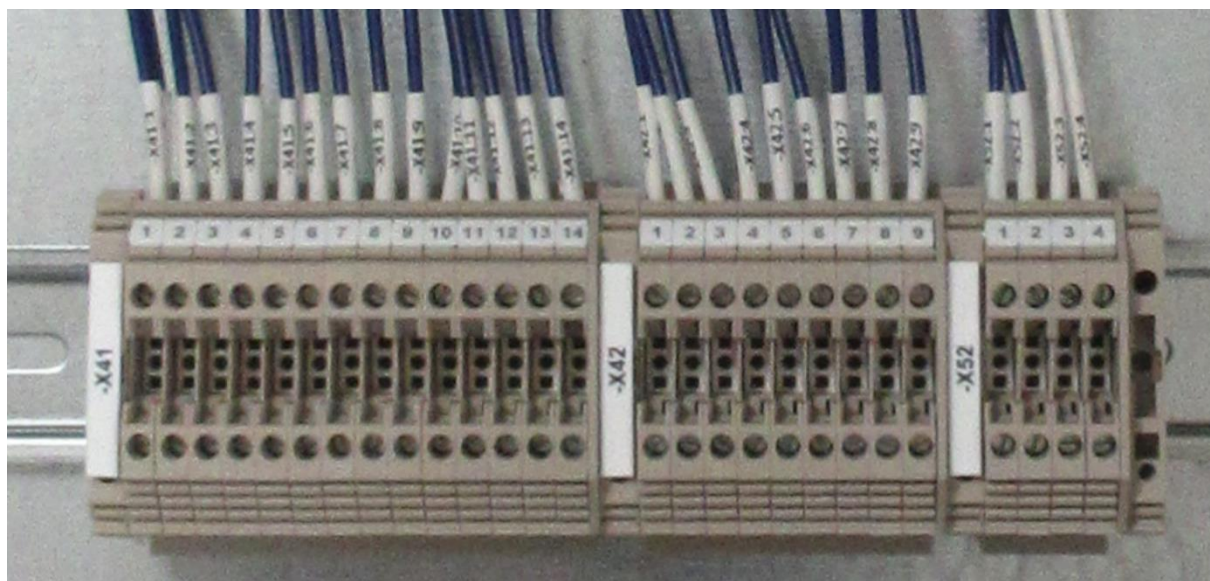
Vodiče se popisují různými způsoby, například pomocí PA návleček – tzv. partexů, což jsou plastové návlečky obsahující jeden znak (písmeno nebo číslo). Já jsem se s nimi setkal na zakázce pro Rusko a popisovaly bod připojení vodiče. Nasunují se na vodič tak, aby byly čitelné zprava do leva, nebo zespodu nahoru.



Obrázek 3: Popis pomocí PA návleček

3.5.2 Popis pomocí smršťovací bužírky

Další častá možnost je použití smršťovací bužírky. Na ni se nejčastěji píše bod připojení vodiče a název prvku s bodem připojení z místa, odkud vodič vede. Pokud tedy propojují svorku 6 ve svorkovnici X1 se vstupem do jističe F01, pak musím napsat 6/-F01:1 na připojení do svorky a 1/-X1:6 na připojení jističe. Bužírku poté zafoukám horkovzdušnou pistolí. Nevýhoda těchto bužírek je, že pro téměř každý průřez vodiče se musí použít jiná velikost bužírky. Zpomaluje to práci při psaní více popisků najednou, neboť vždy musím napsat jen popis daného průřezu.



Obrázek 4: Popis pomocí smršťovací bužírky

3.5.3 Popis pomocí plastových štítků

Poslední typ popisu, který jsem si vyzkoušel, byl popis pomocí plastových štítků. Styl popisu je stejný jako u smršťovací bužírky, ale tyto popisky se uchytávají na vodič pomocí stahovací pásky a jsou proto vhodné na větší průřezy vodičů.



Obrázek 5: Popis pomocí plastových štítků

3.6 Zemnění

Zemnění je vodivé spojení kovových částí rozvaděče (např.: kostra, plech) se zemí. Kdyby nastala porucha v rozvaděči a dostal by se proud na neživou část skříně, pomocí zemnění svedeme tento proud do země.

Jelikož se skříň skládá z kostry a k ní namontovaných částí, jako jsou dveře, boky, záda a střeška, musíme každou část uzemnit zvlášť na kostru. Pokud se jedná o soustavu skříní, je třeba je vodivě propojit i mezi sebou. K vodivému spojení používáme žlutozelený vodič o průřezu 10 mm^2 pro velké skříně a 10 mm^2 nebo 6 mm^2 pro malé bedny (určuje se dle amperáže). Samotný plech je trochu složitější, jelikož tam určujeme průřez zemnění podle přívodního vodiče do skříně. Nakonec se každé místo uzemnění musí označit nálepkou.

Tabulka 2: Průřezy vodiče pro zemnění

Průřez vodiče vedení S (mm^2)	Průřez odpovídajícího ochranného vodiče (mm^2)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S$	$S/2$



Obrázek 6: Uzemnění dveří na kostru skříně

3.7 Vložení plechu do skříně a poslední úpravy

Když jsem skříně uzemnil a případně pod ní namontoval podstavec, mohl jsem zkontrolovat, zda je plech zakrytovaný a připravený na přenesení do skříně. Osazené a zapojené plechy jsou daleko těžší než prázdné, a proto je obvykle nutné je přenášet ve více lidech. Například plech s velkými frekvenčními měniči může vážit přes 200 kg. Někdy je také třeba nést dva plechy spojené dohromady, v tom případě se musí prostrčit bokem skříně.

Plech drží ve skříních na předem namontovaných držácích, které je však možné posunout dle potřeby. Do podlahy vložím molitanové pěny, přes které budou procházet přírodní kabely. Pokud je na podlaze nebo bocích skříně transformátor či topení, musím upevnit profilové držáky. Jakmile je plech upevněn ve skříně, zbývá zapojit poslední věci, jako je světlo, větráky nebo kontrolky a ovládání na dveřích.

Světla bývají uchycena magnetem nebo pomocí držáku na horní rám skříně. Často do nich bývá zapojen i koncový spínač dveří, který může být uchycen vedle světla a rozsvítí světlo ve chvíli, kdy se otevřou dveře.

Prvky na dveřích se popisují opět lepícími štítky zevnitř. Zvenčí se používají na míru vyráběné gravírované štítky, které se uchytí pomocí malých kovových nýtů nad nebo pod prvek. Vodiče, které vedou na dveře skříně, jsou vedeny skrz chráničku – ohebnou plastovou trubici, tzv. husí krk. Vodiče se zapojí do prvků na dveřích dle dokumentace a pak se musí buď vyvázat pomocí stahovací SK pásky, nebo vsunout do nalepeného plastového žlabu.

Pakliže má být ve skříně N, PE, PEN šina, připevním ji na izolátory uchycené na spodní části skříně.

3.8 Zkoušení skříně

Jakmile je rozvaděč hotový, je třeba ověřit, že se při jeho sestavování nestala žádná chyba. Kontrolu provádí firemní revizní technik, jelikož tuto činnost může provádět pouze osoba znalá a školená.

První kontrola je pouze vizuální a ověří se při ní, zda jsou správné popisky a zda se rozložení prvku shoduje s nákresem rozvaděče. Také se v této fázi kontroluje správnost barev, popisů a průřezů vodičů.

Poté se zapojení porovná s dokumentací a zjistí se, jestli se shodují. Také je třeba vyzkoušet, zda jsou vodiče pevně uchyceny a drží na svých místech. Pakliže je vše v pořádku, může se rozvaděč připojit k síti a zkontroluje se elektrická funkčnost.

Po odzkoušení se dovnitř skříně nalepí výrobní štítek, který obsahuje název rozvaděče, výrobní číslo, jmenovitý proud, stupeň ochrany krytím, rok výroby, typ soustavy atd. Před zabalením skříně, které se provádí pomocí molitanových rohů a stretch fólie, se rozvaděč nafotí. Fotky slouží jako důkaz stavu rozvaděče před předáním, ale také pomáhají pracovníkům firmy v případě, že se zakázka opakuje a je třeba zachovat stejný vzhled skříně a její zapojení.



Obrázek 7: Výrobní štítek

4 Popis výroby konkrétních rozvaděčů

4.1 Výroba bedny do Ruska

Tento rozvaděč byl součástí větší zakázky pro zemi Rusko. Dokumentaci vytvořila firma Ingeteam a projektant naší firmy vytvořil plán pro rozvržení prvku v programu AutoCAD. Jednalo se o plastovou bednu firmy Rittal o rozměrech 800 x 1000 x 300 mm.

Prvním krokem bylo do dna bedny vytvořit otvory pro vývodky. Umístění jsem si pomoci tužky a pravítka rozkreslil podle plánu. Poté jsem vyvrtal díry o průměru 10 mm v místě nákresu děr. Nakonec jsem použil hydraulický prostřihovák pro přesné zvětšení otvorů. Otvorů bylo 41 a vyplněny byly plastovými vývodkami. Jelikož se na dveřích nacházela jedna kontrolka, musel jsem použít stejný postup pro vytvoření jejího otvoru.

Když byla bedna takto nachystána, začal jsem chystat montážní plech. Na plechu se nacházely plastové žlaby o velikostech 80 x 80 a 40 x 80 mm. Dále plech obsahoval pět DIN lišt na kterých bylo uchyceno 15 motorových jističů (přičemž pět z nich mělo pomocné kontakty), 5 bezpečnostních relé, 5 jističů C1 s pomocnými kontakty, jeden jistič B6 a C6, jeden termostat, asi 60 svorek A2T 2,5, 7 svorek A2C 2,5 a 3 svorky A2C 16. Navíc byly na plech uchyceny 2 izolátory a na ně měděná lišta s úchyty pro vodiče.

Když byl plech takto osazen a popsán, mohl jsem se pustit do zapojování dle dokumentace. Zákazník měl zvláštní požadavek na značení vodičů. Fázové vodiče pro 400 V se musely označovat barvami žlutou (fáze L1), zelenou (fáze L2) a červenou (fáze L3). Pro popis bodu připojení se využívaly PA nálečky, a pokud se jednalo o napájení 400 V, musel být popis následující: označení fáze (např. L1), barevné označení fáze (např. žlutá), bod připojení (např. 1). Pokud se jednalo o napájecí okruh 24 V, musel se před bod připojení přidat popis L+ nebo L- např. L+.D1.

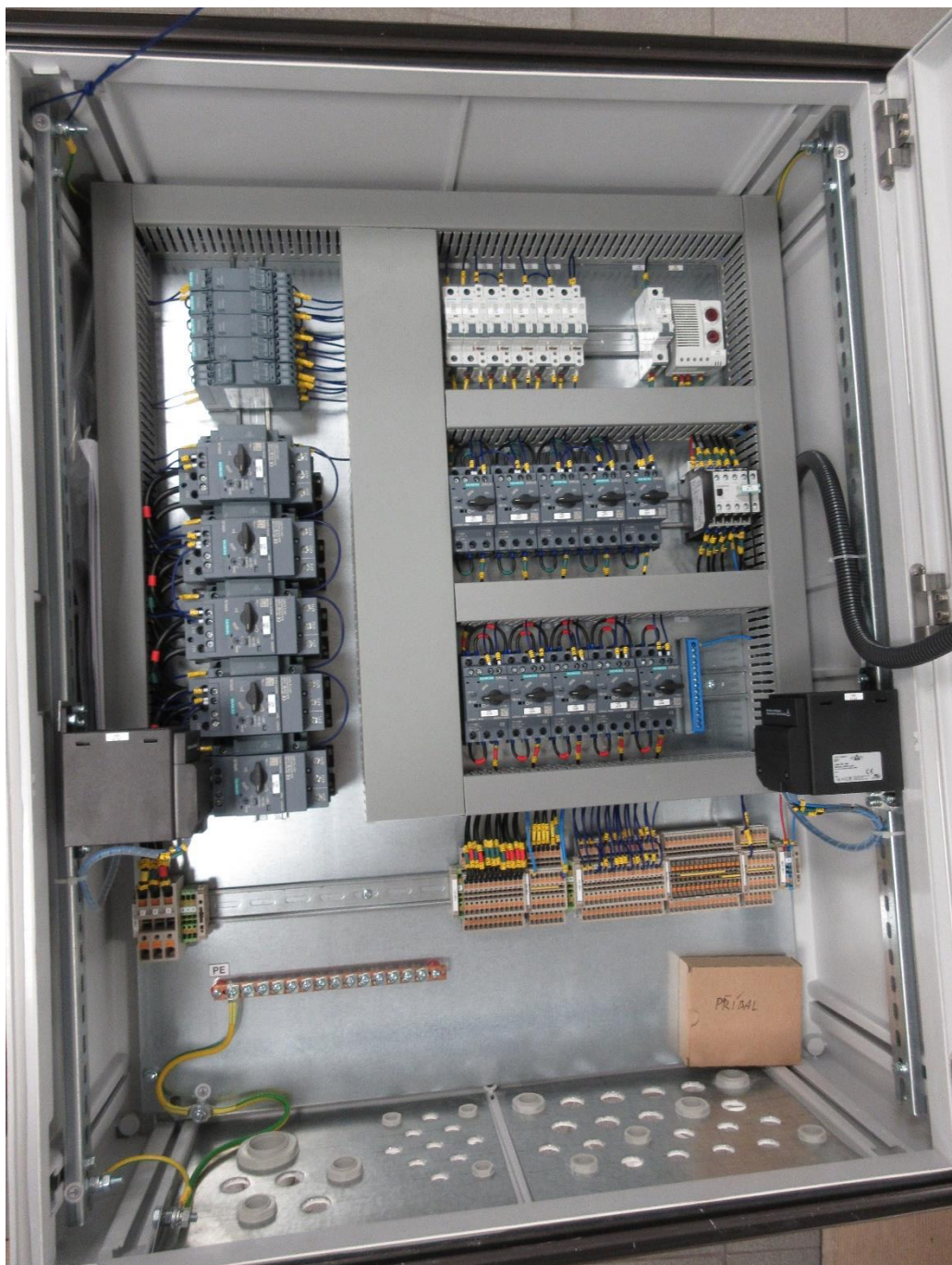
Při zapojování se snažím začínat vždy největšími průřezy, ve většině případů je to přírodní napájení. V tomto případě se jednalo o propojení svorkovnice s motorovými jističi černým vodičem o průřezu 16 mm². Tyto motorové jističe měly maximální jmenovitý proud 25 A a bylo jich zapojeno 5 do série, proto jsem zvolil takto velký průřez. Zbylých 10 motorových jističů bylo zapojeno vodičem o průřezu 2,5 mm², a to i přesto, že byly zapojeny samostatně a jejich maximální jmenovitý proud byl 1 A. Důvodem bylo zadání zákazníka, který si přál minimální průřez napájecích obvodů 400V 2,5 mm².

Poté jsem propojil 1 A jističe se svorkami, tentokrát jsem mohl využít vodič průřezu 1,5 mm², jelikož se jednalo o obvod napájen 230 V. Stejným průřezem jsem propojil termostat s 6 A jističem a z termostatu vyvedl vodiče z plechu ven. Tyto vodiče se zapojily do kontrolky na dveřích a do dvou topení, které se umístily na vnitřní strany boků bedny. Vyveden byl černý fázový vodič a světle modrý nulový vodič. Jejich délku jsem odhadl a mírně prodloužil, ať mám rezervu (nadbývajíc část se později odstříhla).

Jakmile jsem měl 400 V a 230 V zapojené, mohl jsem přejít na napájení 24 V. Pro tuto hodnotu napětí se používá tmavě modrá barva vodiče a pro napájecí potřeby jsem použil 1mm² průřez.

Napájené byly bezpečnostní relé jištěné 4 A jističem. Nakonec jsem zapojil ovládací obvod 24 V, k tomu mi stačil tmavě modrý vodič o průřezu 0,75 mm². Takto zapojený plech jsem mohl vložit do bedny. Na dveře bedny jsem připevnil kontrolku a přivedl k ní vodiče v chrániče. Poté jsem na boky bedny připevnil lišty a na ně topení. Topení jsem zapojil a nosné lišty propojil s plechem zelenožlutým vodičem o průřezu 6 mm².

Celkem bylo vyrobeno dalších 31 takových beden. Rozvržení prvků i zapojení bylo stejné, lišily se pouze v označení fází.



Obrázek 8: Bedna pro Rusko

4.2 Výroba bedny do Turecka

Zakázka pro Turecko obsahovala několik nerezových beden různých rozměrů. Dokumentaci opět připravila firma Ingeteam.

Má bedna měla rozměry 600 x 760 x 210 mm. Opět jsem začal přípravou bedny, ale tentokrát to bylo náročnější, jelikož bedna byla z nerezové oceli. Bylo zapotřebí použít vrtáky k tomu určené a postupovat opatrně, abych si nářadí neponičil. Ve dně bedny bylo zapotřebí udělat otvor pro 5 vývodek. Opět jsem si to rozkreslil, odvrtal a poté vystříhl pomocí hydraulického prostřihovačku. Na dveřích tentokrát bylo 6 kontrolky, 5 tlačítek, jeden dvojpólový přepínač, jeden více pólový přepínač, nouzový vypínač a displej. Displej má obdélníkový tvar, proto jsem si musel nejdříve do každého rohu vyvrtat díru a poté tvar vyřezat pomocí přímočaré pily. Po připevnění prvků na dveře se musely prvky zvenčí popsat gravírovanými popisy. Popisky se uchytily pomocí malých kovových nýtků. Nakonec se prvky až na hlavní vypínač zakryly prosklenými dveřmi, které se uchytily pomocí šroubů a matek.

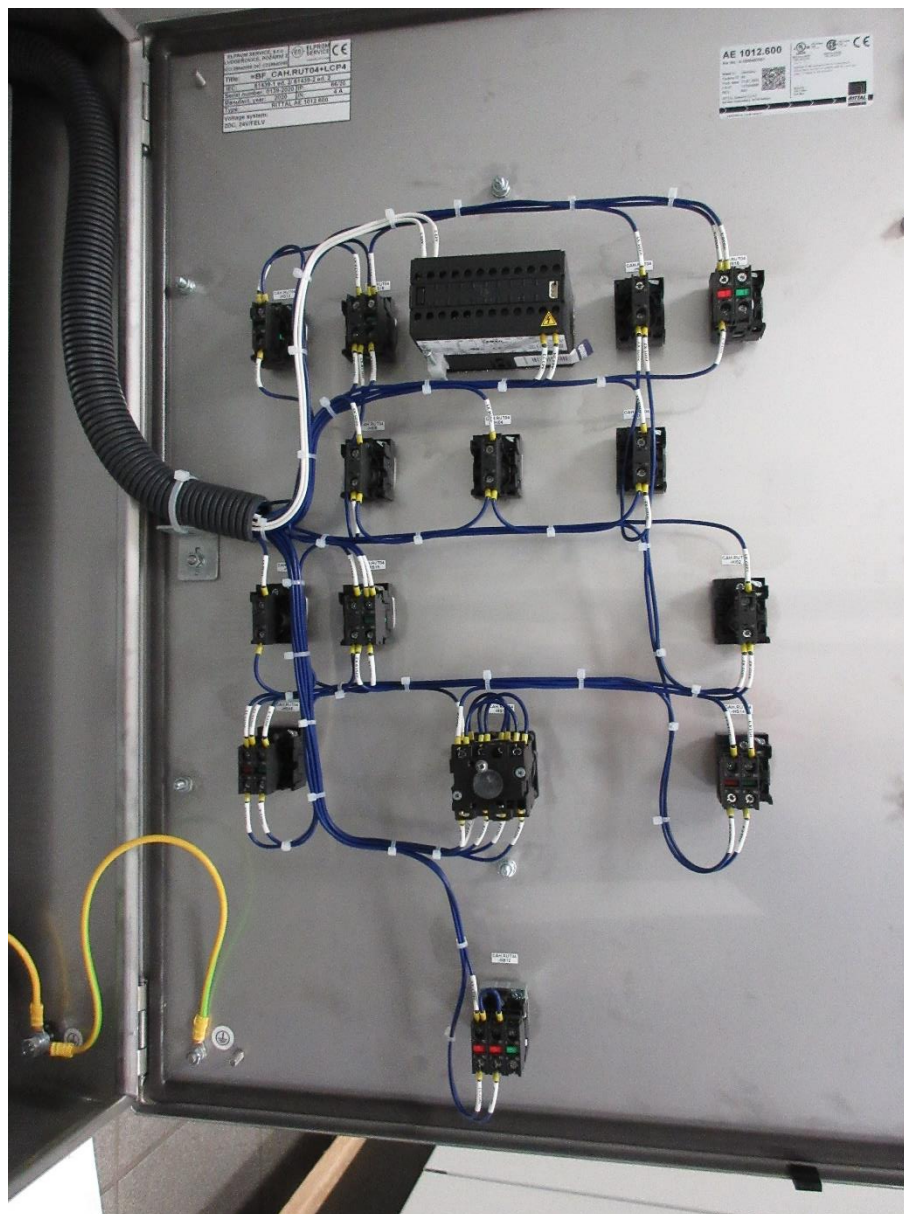
Chystání plechu tentokrát nebylo nijak složité, jelikož se na plechu nacházela jedna DIN lišta a žlaby o rozměrech 80x80, 60x80 a 40x80. Na DIN lištu bylo třeba uchytit 27 svorek typu WDU 2,5. Poté stačilo nachystat šroub pro uchycení uzemnění a mohl jsem plech namontovat do skříně.

Jako první jsem začal zapojovat dveře. Vymontoval jsem je z pantu a položil je kvůli pohodlí na stranu. Vodiče, které vedly do svorek ve skříně, jsem zapojil do prvku na dveřích a zapustil po okraji dveří dolů na zem. Jejich délku jsem odhadl a nechal si malou rezervu, přebytečná část se tentokrát smotá a zakryje ve žlabu. Celý obvod byl napájen 24 V, zapojil jsem ho vodičem tmavě modré barvy o průřezu 1 mm². Výjimku tvořily 2 vodiče, které vedly do displeje a přenášely analogový signál. Tyto vodiče měly stejný průřez jako zbytek zapojení, ale byly bílé barvy. Pro popis vodičů se použily bílé smršťovací bužírky s napsaným bodem připojení včetně názvu prvku, do kterého byly vodiče zapojeny, např. -HIS19:X2. Nakonec se vodiče musely vyvázat. To znamená, že jim bylo třeba určit cestu, kterou povedou, v případě potřeby je ohýbat do pravých úhlů a pomocí stahovacích pásek je stáhnout k sobě. Důležité bylo, aby nikde netrčely a jako svazek vyústily v jednom místě.

Když jsem měl dveře nachystané, připevnil jsem je zpátky na bednu. Konce vodičů, které vedly ze dveří na plech, jsem slepil páskou k sobě, aby se mi lépe protahovaly skrz plastovou ohebnou trubici. Poté jsem pásku odstranil a zapojil vodiče do správných svorek. Plastová trubice zasahovala na začátek dveří, kde byla uchycena stahovacím páskem k mnou přidanému plíšku (z důvodu, aby držela na požadovaném místě). Dále trubice vedla do bedny, kde bylo třeba udělat malý ohyb, aby se nenamáhala pnutím při otevření dveří. Nakonec se kousek trubice (asi 5 cm) zastrčil do žlabu. Aby bedna byla úplná, musel jsem dveře, bednu a plech spojit žlutozeleným vodičem kvůli uzemnění.



Obrázek 9: Dveře bedny pro Turecko zvenčí



Obrázek 10: Dveře bedny pro Turecko zevnitř

4.3 Výroba skříně pro Liberty Ostrava a.s.

Společnost Liberty Ostrava a.s. si najala naši firmu na výměnu starých rozvaděčů za nové. Dokumentaci si firma dělala sama. Já dostal na starost dvojitou skříň, která byla určena k zapojení do kompresorovny.

Plechý byly rozděleny na napájecí pole 1 (vpravo) a ovládací pole 2 (vlevo). Pravý plech obsahoval kompaktní jistič do 630 A, 3 jednofázové, 3 dvojfázové a 1 třífázový pojistkový odpínač, pojistkový odpínač obsahující zkratové nože, měřicí transformátor, 2 hlídací napěťové relé, převodník střídavého proudu, převodník střídavého napětí a 65 svorek typu RSA 2,5. Na dveřích této skříně se

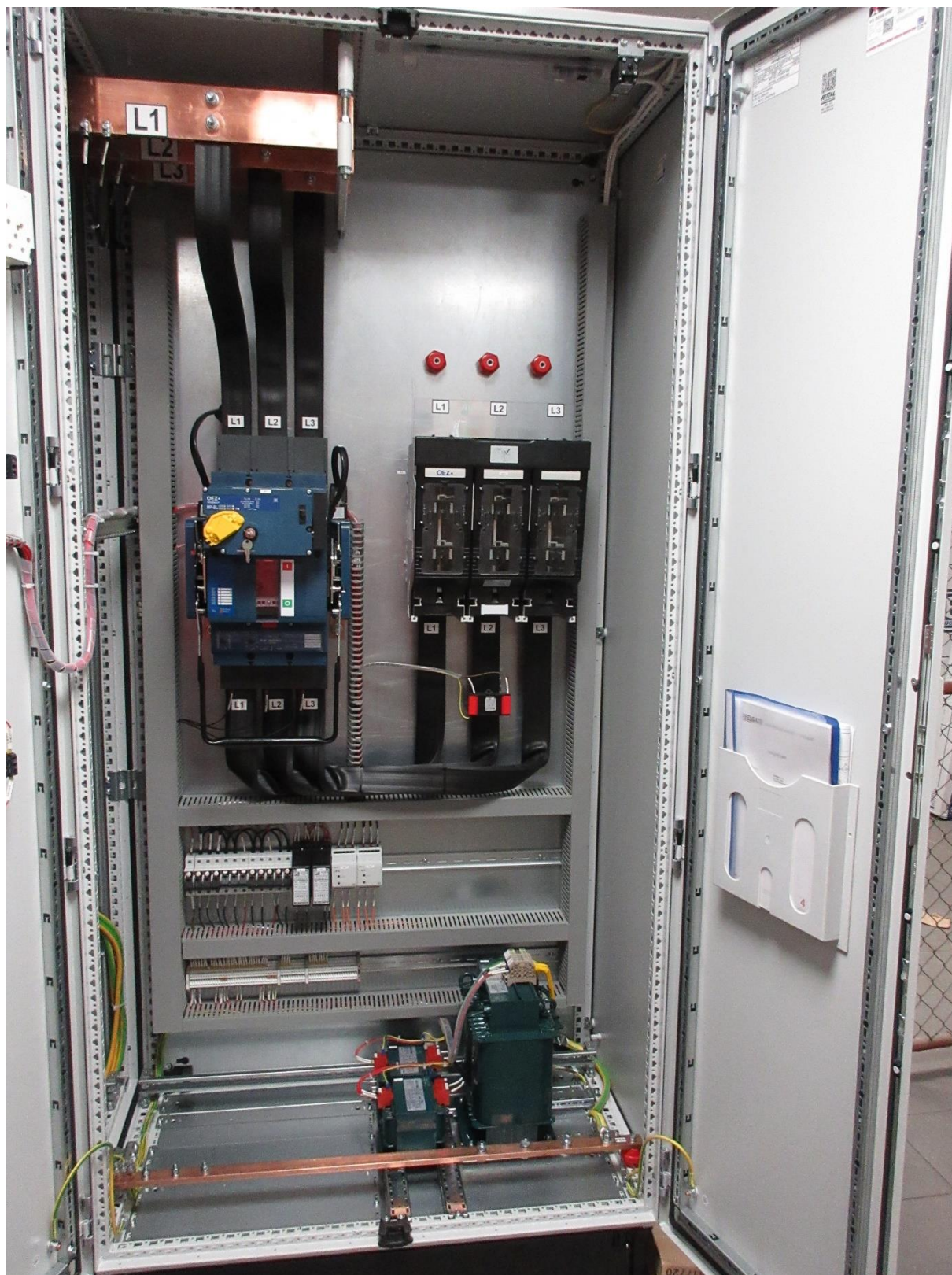
nacházely 3 kontrolky, 2 tlačítka, hlavní vypínač, ampérmetr, voltmetr, dvojpólový a třípólový přepínač. Na dně skříně se nacházely dva transformátory o výkonu 500 VA a jeden o výkonu 5 kVA.

Levý plech obsahoval držáky pro přípojnice, tři 3x160 A pojistkové odpínače, 3 přípojnícové systémy, deset 6 A pojistkových odpínačů, 5 spínacích relé, 5 časových relé, 90 svorek RSA 2,5 a 12 svorek OTL 50. Na dveřích se nacházelo 7 kontrollek a 2 tlačítka.

Zapojení pravého pole proběhlo podle dokumentace. Vodiče se popisovaly bílou smršťovací bužírkou a obsahovaly bod připojení a název prvku s bodem připojení odkud vodič vedl, např. 3/-KA1:18. Barevné značení vodičů i volba průřezu byla shodná s běžným užitím, jak popisují v kapitole Zapojování. Přívod do skříně se zapojoval až na místě, kde jsem se na práci už nepodílel, ale vím, že byl připojen na pojistkový odpínač obsahující zkratové nože. Tento prvek byl dále propojen s kompaktním jističem do 630 A pomocí flexibilní spojky – tzv. flexibar. Tato spojka se skládá z několika měděných lamel uložených na sobě a obalených tlustou pryžovou izolací. Při zapojení se tyto lamely stlačí k sobě šroubem. Jedna z těchto lamel prochází skrz měřicí transformátor proudu, který je připojen na ampérmetr na dveřích. Z kompaktního jističe poté vychází ploché měděné přípojnice, které vedou těsně pod stropem skříně do levého pole.

V levém poli jsou z těchto přípojníc napájeny menší přípojnice. Na nich jsou naraženy a vodiče tak propojeny tři 3x160 A odpínače které jsou propojené se svorkami OTL 50. Vodiče mají průřez 50 mm² a na takto velké průřezy se k popisu už používá plastový štítek uchycený stahovací páskou. Více zapojení jsem v tomto poli nemohl provést, jelikož dokumentace nebyla úplná. Zákazník nám oznámil, že nemá dokumentaci ke starému rozvaděči, který bude tímto novým nahrazen, a proto se levé pole zapojovalo až na místě, přesně podle starého rozvaděče.

Skříně byly namontovány na podstavce a spojeny k sobě. Když se skříně spojují, je důležité nezapomenout dát mezi ně izolace proti vodě a prachu. Ve chvíli, kdy byly skříně spojeny, bylo možné připevnit přípojnicí označenou jako uzemnění, která vedla přes obě skříně. Uchycena byla na izolátory na dně skříně.



Obrázek 11: Napájecí pole pro Liberty Ostrava a.s.

5 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

Během praxe u firmy ELPROME SERVICE s.r.o. jsem využil mnohé znalosti nabyté studiem na vysoké škole. Nejvíce nápomocné mi byly znalosti z předmětu Technická dokumentace kvůli potřebě orientace ve výkresech. Také mi pomohly znalosti z předmětů Elektrické stroje a přístroje při nespočetném styku s elektrickými prvky jako jsou jističe, transformátory, stykače, vypínače, relé... Při zapojování měřících transformátorů nebo převodníků jsem zase využil znalosti z předmětu Elektrická měření.

6 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

Při své odborné praxi jsem byl až překvapen, kolik znalostí mi schází. Musel jsem se rychle doučit barevné rozdělení vodičů a jejich význam, a také správné průřezy při různých proudových zatíženích. Spolupracovníci mi ukázali a vysvětlili, jak se zachází s tiskárnami ve firmě a softwary pro ně určené. Zjistil jsem, jak se připravuje montážní plech a skříň. Také práce s některými nástroji mi musela být vysvětlena.

Největší problém pro mne představovala orientace v technické dokumentaci, jelikož jsem neznal schématické značení prvků ani způsob, jakým fungují odkazy na jednotlivé strany dokumentace. Avšak během krátké doby jsem se vše potřebné doučil.

7 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Mou odbornou praxi ve firmě ELPROM SERVICE s.r.o. hodnotím velice pozitivně. Naučil jsem se mnoha novým dovednostem. Získal jsem lepší představu o věcech, které jsem se naučil ve škole. Vedení firmy i spolupracovníci ke mně byli velice vstřícní a nápomocní kdykoliv jsem měl problémy, nebo si nevěděl s něčím rady.

Výsledkem mé praxe je práce, ve které shrnuji činnosti, které jsem vykonával. Pro popis postupu jsem si vybral několik ukázkových zadání, jelikož pracovní postup byl většinou velice podobný.

Literatura

[1] *ELPROM SERVICE s.r.o.* [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <http://www.elpromservice.cz/o-spolecnosti>

Seznam příloh:

Příloha A: *Nákres bedny pro Rusko*

Příloha A: Náskres bedny pro Rusko

